

⑩ 日本国特許庁 (JP)
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭59-204347

⑤ Int. Cl.³
H 04 L 11/00

識別記号

庁内整理番号
6866-5K

⑬ 公開 昭和59年(1984)11月19日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 15 頁)

⑭ パケット通信方式

⑯ 特 願 昭58-78960

⑰ 出 願 昭58(1983)5月6日

⑱ 発 明 者 藤原睦
川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑲ 発 明 者 米田清

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑳ 出 願 人 株式会社東芝
川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

パケット通信方式

2. 特許請求の範囲

(1) 通信パケット交換網に対して CSMA/CD 方式により通信パケットの送出を制御してパケット通信を行うに際し、キャリア・センスまたは衝突検出によって設定されるパケット送出試行に対するバックオフ時間の設定範囲を、前記通信パケットの優先度に応じて可変してなることを特徴とするパケット通信方式。

(2) バックオフ時間の設定範囲は通信パケットの優先度に拘りなく初期設定されたのち、優先度の高い通信パケットに対しては可変設定範囲の上限を小さく、且つ優先度の低い通信パケットに対しては可変設定範囲の上限を大きくして定められるものである特許請求の範囲第1項記載のパケット通信方式。

(3) バックオフ範囲の可変制御は、キャリア・センスがオン状態のときと、衝突検出時とに

いて、異なるパラメータを用いて行われるものである特許請求の範囲第1項記載のパケット通信方式。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は CSMA/CD 方式により通信パケットの送出を制御して効率の良いパケット通信を可能とするパケット通信方式に関する。

〔発明の技術的背景〕

近時、複数の情報処理機器を伝送路を介して相互に結んでローカル・エリア・ネットワークを構成し、上記各情報処理機器が持つ記憶装置や入出力装置等の資源を共用して所定の情報処理を行う分散処理システムが注目されている。このローカル・エリア・ネットワークにあっては、伝送路に接続された情報処理機器の全てが、上記伝送路を共同で利用する為、互いに他者の通信を妨害しないようにすることが必要である。この伝送路利用手続の1つとして従来より

CSMA/CD (キャリア・センス・マルチプル・ア

クセス・ウィズ・コリジョン・デテクション)方式が多く用いられる。

即ち、ローカル・エリア・ネットワークは、例えば第1図に示すように、複数の情報処理機器1a, 1b, ~1nを、所謂局と称される通信装置2a, 2b~2nを介して伝送路3に接続して構成される。この伝送路3は、例えば光ファイバ・ケーブルと、これらの光ファイバ・ケーブルを相互接続するスターカップラ4によって構成される。このような伝送路3を介して前記各通信装置2a, 2b~2nは、数キロビット程度のビット列として示されるデータ群をパケットとして相互に伝送する。この場合、各通信装置2a, 2b~2nは、例えば第2図に示す如きCSMA/CD方式の一連の手続処理を実行して、上記通信パケットの送出を制御している。このCSMA/CD方式によるパケット通信制御は、通信パケットの送出に先立って伝送路3のキャリア・センス(CS)を行い、キャリアセンスがオン状態の場合、つまり伝送路3上に何らかの

キャリア信号が存在する場合には、上記通信パケットの送出を見合わせ、その送出試行を延期する。この延期は一般にディフアーと称される。また上記キャリア・センスがオフ状態であるとき、通信パケットの送出を開始するが、このとき上記送出した通信パケットと他の局からの通信パケットとの衝突を検出する。この処理は、コリジョン・デテクション(CD)と称されるもので、衝突が生じない場合には前記通信パケットの送出をそのまま継続する。そして、上記衝突が検出されたときには、そのパケットの送出を停止し、このパケット送出に対する試行を延期する。この延期が一般にバックオフと称される。尚、ここではディフアーについても広義の意味でのバックオフとして説明する。

このようにして各通信装置2a, 2b~2nは、与えられた通信パケットに対して、キャリア・センスと衝突検出を行って上記通信パケットの送出をマルチプルに制御している。そして、伝送路3を介して送出された通信パケットは、

各通信装置2a, 2b~2nにおいて通信宛先が調べられ、該当通信装置に取込まれる。

ところで、上記バックオフは、衝突が検出されたとき、その通信パケットの送出を中止して該通信パケットの再送出試行をランダムに発生される時間だけ延期するものであるが、このバックオフ時間をどのように決定するかによってCSMA/CD方式の制御性能が大きく左右される。ちなみに上記バックオフ時間の設定範囲を小さくしすぎると衝突が頻繁に発生し、伝送路3の有効使用率(スループット)が低くなる。逆に上記バックオフ時間を大きく設定すると、伝送路3が使用されていない時間の割合が増え、やはりスループットの低下を招来する。従って、バックオフの設定時間範囲を適切に設定することが非常に重要となる。そして、この種のCSMA/CD方式の制御性の良し悪しは、一般に次の3点によって評価することができる。

(I) スループット

先に述べた伝送路3の有効使用率である。

(II) 網内遅延時間

パケットが通信装置の送出バッファに与えられてからその送出が成功する迄の時間であり、パケットの成功送出が始まっている確率が99%を越える時間を99パーセント遅延時間と称し、これが評価尺度として用いられることが多い。

(III) 安定性

ネットワークに対する負荷が大きくなり、多くの通信装置がそれぞれ送出すべき通信パケットを持つと、伝送路上において衝突が頻繁に発生する。この結果パケット送出が殆んど成功しなくなり、送出すべきパケットは益々滞留し、その状態からの回復が困難になると言う異常輻輳現象が生じる。このような破綻が生じないように、或いはその生起確率が極めて低いと言う保障が必要となる。

[背景技術の問題点]

しかして従来、代表的なCSMA/CD方式を採用したネットワークとして特開昭51-114804

号公報に紹介される『イーサネット』が知られている。然し乍ら、この種従来のCSMA/CD方式にあっては次のような不具合があった。

即ち、上記『イーサネット』の場合、高負荷時にはイクセプション・コリジョン・エラーと称される操作、つまりパケットの送出をあきらめて、そのパケットを棄ててしまうと言う操作が頻繁に行われる。この棄てられたパケットについては、通常情報処理機器が改めてパケットを作り直し、これを通信装置に対して再度与えることになるので伝送路3上の混雑を解消する上でさほど役には立たない。従って、異常輻輳が一旦生じると、これが自然に解消される可能性が殆んどない。この為、安定性に関する保障が欠けている。またこの安定性に関する保障については理論的には知られているものの、実際のネットワークでの安定性についてまで考慮されていないのが実情である。このことは、ネットワークの使用形態が未だ限られており、負荷が低い状態においてのみ利用されている為に、その間

題が表面化していないことに起因するとも考えられる。

また、1つの通信パケットの送出によって得られる経験が、次のパケットの送出に活かされていないと云う問題がある。即ち、従来方式にあっては、予め定められたバックオフ範囲を初期値としてバックオフ時間の設定が行われ、衝突検出がなされる都度バックオフ範囲を拡大すると云う操作が行われている。この為、バックオフ時間が伝送路3の状態に応じて適切に与えられず、伝送路3上で生じる衝突の回数や、伝送路3が使用されていない時間の割合が必然的に増し、スループットの損失を招来している。

更には、高負荷時に、或る通信装置が伝送路3を占有すると云う現象が生じ易い。即ち、高負荷時に或る通信装置がパケット送出に成功すると、その通信装置が上記パケットの送出終了を一番先に検出することが可能となる。そして、他の通信装置は、或る伝播遅延時間だけ遅れて上記パケットの送出終了を知ることになる。こ

の為、上記パケット送出を終了した通信装置が最も早く次のパケット送出を開始することが可能となり、この結果、伝送路3の占有が生じる。この現象はキャプチャー効果として知られるものである。

このように従来方式には種々の不具合があり、実用上解決すべき幾つかの問題があった。

〔発明の目的〕

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、CSMA/CD方式によりパケット通信を制御するに際して、その安定性を確保した上でスループットの向上を図り、しかもキャプチャー効果の発生を防止して効率の良いパケット通信を可能とする実用性の高いパケット通信方式を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、CSMA/CD方式により通信パケットの送出を制御するに際し、キャリア・センスまたは衝突検出によって前記通信パケットの再送出試行に対してバックオフ期間を設定するもの

であって、このバックオフ期間の設定範囲を前記通信パケットの優先度に応じて定めるようにしたものである。

即ち、上記バックオフ期間の設定範囲の上限を優先度の高いものに対しては小さく設定し、優先度の低いものに対しては大きく設定するようにしたものである。

〔発明の効果〕

かくして本発明によれば、伝送路が高負荷状態にあるとき、優先度の高い通信パケットに対して与えられるバックオフが、優先度の低いものよりも短く設定されるので、これにより優先度の高い通信パケットによる伝送路アクセスが優先されることになる。この結果、優先度の低いパケットの送出は、優先度の高いものに較べて抑制され伝送路の混雑が緩和されて、優先度の高い通信パケットより順にパケット通信が行われることになり、異常輻輳状態の発生が防止される。そして、上記の如くバックオフ期間の可変設定によって伝送路の利用効率、つまりス

ループットの向上を図ることが可能となり、簡易にして効果的なパケット通信を行い得る。しかも、伝送路の混雑に応じたバックオフ期間の設定がなされるので衝突確率が低くなり、ここに簡易にして効果的なパケット通信制御が可能となる等の実用上多大な効果が奏せられる。

〔発明の実施例〕

以下、図面を参照して本発明の一実施例方式につき説明する。

第3図は実施例方式に係る通信装置の概念的な構成図であり、第4図および第5図はそのCSMA/CD方式によるパケット送出の為のアクセス制御の流れを示すものである。通信装置は、例えば32Mbpsのクロックで動作する光スター型ネットワーク（伝送路）に接続されるものであって、情報処理機器からのパケット化されたデータ、つまり通信パケットを入力し、これをCSMA/CD方式によりアクセス制御してその送出を制御してパケット通信を行うものである。上記CSMA/CD方式は周知のように、基本的には伝

送路に対するキャリア・センス（CS）と、伝送路上でのパケットの衝突検出（CD）とを行って前記通信パケットの送出を制御するものである。

しかして本方式における通信装置には、情報処理機器である各種端末11a, 11b～11eから与えられる通信パケットをその優先度に応じて分離格納する複数のパケット送出バッファ12a, 12bが設けられる。尚、ここでは上記優先度を急行と鈍行との2種類に分けたものが示され、従って急行パケット用のバッファ12と、鈍行パケット用のバッファ13との2つが示されている。通信制御装置14は、これらのバッファ12, 13に格納された通信パケットに対して独立にアクセス制御を行い、伝送路に対する通信パケット送出を制御するものであるが、同一装置内において1つのバッファからの伝送路アクセスがなされているときには、他のバッファについては、キャリアセンスがオンの状態が設定される。特に同一装置内の複数のバッファからの伝送路アクセスがなされた場

合には、その通信パケットの最も優先度の高いものについてのみ上記伝送路アクセスが許可され、優先度の低い通信パケットに対してはキャリアセンスがオンの状態が設定される。つまり、1つの装置内に、相互の伝播遅延時間が零で、且つ相互の通信パケットの衝突を生じることのない複数の局（バッファ）が構成されている。

通信制御部14は、上記各バッファ12, 13に格納された通信パケットを伝送路アクセスして送出するに際し、そのアクセス時にキャリアセンスがオン状態であるとき、あるいはキャリアセンスがオフであって通信パケットの送出を開始したときに衝突が検出されたときには、そのパケット送出を中止してバックオフし、所定のバックオフ期間を経過したとき、改めて伝送路アクセスの再試行を行う。しかし、本方式にあっては、このような条件下におけるバックオフに限らず、通信パケットの送出を行うに先立って所定のバックオフ制御がなされる。この初期バックオフは、後述するように各装置に対

して一定時間ずつ与えられる場合もあるが、優先度に応じた所定の規則に従って、或いはランダムに時間設定されて与えられる場合もある。また、上記キャリアセンスのオン状態時や、衝突検出によって設定されるバックオフの期間も、従来のように一定に与えられるのではなく、伝送路状態等に応じて与えられるようになっている。

即ち、本方式にあっては、伝送路アクセスに対するバックオフ制御を次のような情報に基づいて行っている。

(a) キャリアセンスの情報：CS

この情報CSは、伝送路が使用中であるか否かによりオン／オフ情報として与えられるものである。この情報は通信パケット間の衝突による異常フレームや、通信パケットの伝送終了を確認する為のACK/NAKパケット伝送フレームと、正常モードにおける正常フレームと区別して与えられる。そして、この正常フレームの受信後、上記ACK/NAKフレームが受信されるまで、ある

いは上記 ACK/NAK フレームの返送を保证するべく定められたアクセス禁止時間が経過するまでオン状態に保たれる。尚、上記 ACK/NAK フレームは、メッセージパケット（通信パケット）の受信確認の為に用いられるものであり、このパケットについてはその遅延時間を例えば 20 μ sec 以内に抑えるべくイミテイト ACK/NAK が用いられる。即ち、一斉同報の場合を除いて、自己局宛のパケットが受信されたとき、その通信装置からは直ちに ACK/NAK パケットが返送されるものとなっている。

(b) 衝突検出の情報：CD

この情報 CD は、伝送路上において通信パケットの衝突が生じているか、否かを示すものでオン/オフ情報として与えられる。そして、衝突の発生は前記異常フレームとして検出され、従ってキャリアセンス（CD）とは区別して検出される。またこの衝突検出は、自己局が通信パケットの送出中か否かに拘らず行われ、前記伝送路に送出開始された通信パケットの受信開始

時間を設定するバックオフタイムを示している。

そこで本方式では、このようなバックオフ回数の情報をも利用して前記アクセス制御が行われる。

(c) バックオフ回数： n_{sp}

この情報 n_{sp} は、現在処理中の通信パケットに対して、キャリアセンスがオン状態である為に生じたバックオフ回数を示すものであり、初期値は零として与えられる。

(d) バックオフ回数： n_{cp}

この情報 n_{cp} は、現在処理中の通信パケットに対して、衝突検出によって生じたバックオフ回数を示すもので、同様にその初期値は零として与えられる。

(e) バックオフ回数： n_{sl}

この情報 n_{sl} は過去に処理したパケット、特にここでは前回処理したパケットについてのキャリアセンスによるバックオフの回数を示すものである。

時点から、少なくとも各通信装置間の最大伝播遅延時間と、一定の検出処理時間との間に亘って行われる。

これらの (a), (b) 項に示す情報は、従来一般的な CSMA/CD 方式においても検出されるが、本方式にあっては更に次のような情報も前記バックオフの制御に用いられる。

即ち、本方式にあっては、CSMA/CD 方式の中でも、ノンパージシステム方式が採用され、1つの設定されたバックオフ期間が終了した時点で通信パケットの再送出を試行したときにキャリアセンスがオン状態であった場合、直ちに再びバックオフがなされる。また上記時点でキャリアセンスがオフ状態であり、これによって通信パケットの送出を開始したときに衝突検出がなされた場合であってもその送出を中止して直ちに再度バックオフがなされる。第3図において示されるバックオフカウンタ 15, 16 はこのようなバックオフの繰返し回数を計数するものである。尚、同図中、17, 18 はバックオフ

(f) バックオフ回数： n_{cl}

この情報 n_{cl} は、過去に処理したパケット、特にここでは前回処理したパケットについての衝突検出により発生したバックオフ回数を示している。

尚、上記バックオフ回数 n_{sl} , n_{cl} については、前回のパケットに関するバックオフ回数だけでなく、前前回やその前のパケットに関するバックオフ回数の情報を得、これらを重み付け平均化する等して定めてもよい。要するに、過去の経験的なバックオフ回数に関する伝送路の状況を示す情報として、これらのバックオフ回数 n_{sl} , n_{cl} が用いられる。以上の (a)~(f) 項に示される情報に加え、更に本方式にあっては前記通信パケットの優先度の情報を加味した上で通信パケットの伝送路に対するアクセス制御、具体的には通信パケット送出に関するバックオフ制御が次のようにして行われる。

先ず、前回処理したパケットについての、キャリアセンスおよび衝突検出によって発生した

バックオフ回数 n_{sl} 、 n_{cl} が経験的情報として入力される。しかるのち、パケット送出バッファに端末からの通信パケットが入力されたら、この通信パケットを送出処理すべく、前記バックオフ回数 n_{sp} 、 n_{cp} をそれぞれ零に初期設定する。その後、上記バックオフ回数 n_{sp} 、 n_{cl} がそれぞれ零であるか否かを判定し、零である場合にはこれを前記通信パケットに対する最初の送出試行であるとして、次の処理を行う。この処理は、パケットの送出試行に際して必ずその前に初期バックオフ期間を設定するものである。この初期バックオフ時間は後に説明するキャリアセンスによるバックオフ、および衝突検出によるバックオフの時間設定と同様に制御される。即ち、最初のパケット送出試行時には、キャリアセンスによるバックオフが設定されたものと看做してバックオフ回数 n_{sp} を "1" に設定し、

$T_{10} \times [\text{バックオフ単位時間}]$

の時間待ちが行われる。このバックオフ単位時

送路上における通信パケット間の衝突が検出される。この衝突検出は、自己が送出した通信パケットと他の通信装置からの通信パケットとの衝突のみならず、他の通信装置間における通信パケットの衝突についても行われる。そして、この衝突検出がなされたときには、直ちに上記通信パケットの送出を中止し、後述するバックオフ制御を行ったのち、再び送出試行が行われる。また、衝突が生じなかった場合にはそのまま通信パケットの送出を継続し、パケット送出完了後にはその送出成功として ACK に関する処理を行う。この ACK に関する処理は、通信パケットの送信宛先の通信装置からのイミディエイト ACK/NAK の返送を受信することにより行われる。そして、ACK 信号を受信し、通信パケットの伝送が完了したときには、前記アクセス制御において生じたキャリアセンスによるバックオフ回数 n_{sp} 、および衝突検出によるバックオフ回数 n_{cp} をそれぞれ次の通信パケット送出制御の為の経験的情報 n_{sl} 、 n_{cl} として登録し、その

間は、伝送路における情報伝送速度や通信装置間の伝播遅延時間等を考慮して定められ、例えば 400 ビット時間 (12.5 μsec) 程度に設定される。尚、バックオフ回数 n_{sp} 、 n_{cp} のいずれかが零でない場合には、通信パケットの最初の送出試行でないと判定され、上記した初期バックオフの制御は省略される。

しかるのち、キャリアセンスがなされる。このとき、前記優先度に応じて区分された通信パケットが同一通信装置内に於いて同時に送出試行した場合には、前述したように急行パケットによって鈍行パケットのキャリアセンスがオン状態に設定されている。このような同一装置内におけるキャリアセンスを含めて、通信装置は伝送路が使用中であるか否かをキャリアセンスしている。そして、キャリアセンスがオン状態であるときには、後述するバックオフ制御を行って、再び送出試行が行われる。また上記キャリアセンスがオフ状態であるならば、通信パケットの送出が開始される。このとき、同時に伝

一連の制御を終了する。尚、NAK 信号が返送されてきたときには、パケット通信が失敗したとして、その通信パケットの送出が改めて行われる。この場合、上記通信パケットを一旦破棄し、必要に応じて改めて端末で生成してバッファに与えるようにしてもよい。

さて、前記バックオフ制御は、第5図に示すアルゴリズムに従って行われる。バックオフの時間は、前記初期バックオフを含めて

$$K_p = n_{sp} + 32 \times n_{cp}$$

$$K_L = n_{sl} + 32 \times n_{cl}$$

なる値を制御変数とし、第6図および第7図の縦軸に示される時間範囲内で、整数値をとる一様乱数の或る値としてランダムに設定される。ここでは、急行用パケットに対して設定されるバックオフ範囲と、鈍行用パケットに対して設定されるバックオフ範囲との間に差がつけられている。これによって、バックオフが繰返えされる場合、鈍行パケットに比して優先度の高い急行パケットの送出試行の機会が早く与えられ

るようになっている。つまり第6図は急行パケットに対するバックオフ範囲を示すもので、第7図は鈍行パケットに対するバックオフ範囲を示している。これらの図に示されるように初期時においてはそのパケットの優先度に拘らずそのバックオフ範囲が等しく与えられるが、バックオフ回数が多くなるに従い、特に前記制御変数が「64」以上になった場合には、急行パケットに対するバックオフ範囲が「256」単位時間を超えないようになっている。これに対して鈍行パケットに対するバックオフ範囲は制御変数が「176」を超えるまで順に拡大され、その上限が前記急行パケットよりも高く与えられる。

しかして、通信制御部14によるアクセス制御は、先ず通信パケットが急行パケットであるか、或いは鈍行パケットであるかによってバックオフの設定時間 $r_1(k)$ 、 $r_2(k)$ のいずれかを決定する。そして、通信パケットの最初の送出試行時には、これをキャリアセンスがあったものと

看做して、バックオフ回数 n_{sp} を「1」に設定する。この結果、前記制御変数 K_p が「1」となり、初期バックオフ時間のとり得る範囲が第6図または第7図から「16」として定められ、この範囲内で上記初期バックオフ時間がランダムに設定される。そして、この初期バックオフ時間を経て、通信パケットの最初の送出が試行される。その後のバックオフ制御は、先ずそのバックオフがキャリアセンスによるものか、或いは衝突検出によるものかが判定される。そして、キャリアセンスによるバックオフ時には、前記バックオフ回数 n_{sp} がインクリメントされ、また衝突検出によるバックオフ時には、バックオフ回数 n_{cp} がインクリメントされる。このようにして計数されるバックオフ回数 n_{sp} 、 n_{cp} により、その都度バックオフに対する制御変数 K_p が前述したように

$$K_p = n_{sp} + 32 \cdot n_{cp}$$

として求められる。しかして、この制御変数 K_p がその上限値、例えば「512」を超えない

制御範囲内にあるときは、同様にして前回のパケットに対して求められた経験的なバックオフ回数 n_{sl} 、 n_{cl} に従って、補助制御変数 K_L を

$$K_L = n_{sl} + 32 \cdot n_{cl}$$

として求め、変数 K_p と K_L の大きい方の値を採用して、そのバックオフ範囲を決定する。そして、この範囲内でバックオフ時間 $r(k)$ を決定し、

$$r_1[\max(K_p, K_L)] \times [\text{バックオフ単位時間}]$$

として、そのバックオフ制御が行われる。つまり、以上のバックオフ制御にあつては、前回のパケット送出時において求められたバックオフ回数 n_{sl} 、 n_{cl} が現在処理対象とするパケットのバックオフ制御に用いられている。換言すれば、これらのバックオフ回数 n_{sl} 、 n_{cl} によって定まる前記補助制御変数 K_L が、現処理中パケットのバックオフを制御する上でのバックオフ範囲設定の為の初期値として与えられると云える。尚、前記制御変数 K_p がその上限を超えたときには、通信パケットの送出が殆んど不可能であるとして、その通信パケットが棄てられるも

のであるか、過負荷状態においても、このような現象は殆んど生起しないことが確認されている。この際、上記通信パケットの送出試行に関して得られたバックオフ回数 n_{sp} 、 n_{cp} が、伝送路の使用状況を示す最も新しい情報として、次のパケット送出制御の為の情報 n_{sl} 、 n_{cl} としてそれぞれ登録される。

以上が本方式におけるバックオフ制御のアルゴリズムであり、次のような性質を有する。即ち、各通信装置は、現在処理中の通信パケットについて求められた制御定数 K_p の値が、前回の通信パケットについて求められた制御定数 K_L を越えるまで、その制御には使用されない。このことは、上述した条件内においては、前回のパケット送出によって得られた経験がそのまま活かされてバックオフ制御が行われることを意味する。また衝突検出により行われるバックオフは、その直前に行われたバックオフの時間範囲と等しいか、あるいは2倍または4倍の時間範囲に設定される。つまり、パケット送出に關

する経験を活かし乍ら、キャリアセンス時と衝突検出によるバックオフとを区別し、それらの回数の関数としてバックオフ時間を設定するので、伝送路の使用状況に応じた適切なアクセス制御を行い得ると云える。しかも以上の制御は、異常輻輳の発生防止と通信パケットに対する優先度制御に密接に関連していると云える。例えば輻輳制御は基本的にはバックオフ回数の増加に従ってバックオフ時間の設定範囲を広げることにより行われるが、この経験が次の通信パケット送出に受け継がれる。従ってその制御効果が一層高まる。また、通信パケットの優先度に応じて、そのバックオフ時間範囲の上限が変えられているので、高負荷時においてその優先度に応じたパケット送出を行わしめることが可能となる。

かくしてこのような制御形態をとる本方式によれば、伝送路が高負荷状態であっても、鈍行パケットの送出試行が抑えられるので、急行パケットに対する99%網内遅延を一定時間以内

に保障することができ、異常輻輳現象の発生を効果的に防止することができる。例えば直径500(m)の範囲に分散配置された複数の通信装置間を32(Mbit/s)の伝送能力を持つ光ファイバを用いたスター型ネットワークで結び、データ部の大きさが急行パケットでは1[kbit]、鈍行パケットでは8[kbit]とした第8図に示す如きフォーマットの通信パケットを本方式に従って通信制御したところ、そのスループットと99%網内遅延との関係は第9図に示すようになった。尚、第9図中のプロット点、50%、70%等は、伝送路に対する負荷を示している。この負荷は、パケットのうちスループットとして有効である第8図中の斜線部分の発生率[Mbit/s]を伝送路の容量32[Mbit/s]で割ったものとして定義される。そして、このとき伝送路を介して伝送される通信パケットの、急行パケットと鈍行パケットとの比率は第10図に示すようになる。

これらの図に示されるように、そのスループ

ットを高くした上で、網内遅延を低く抑えることができる。しかも、高負荷時にあっては、急行パケットを優先的に伝送することが可能となり、その効果は絶大である。

次に上述した方式を採用して構成される通信装置について説明する。

この通信装置を介して伝送制御される通信パケットのデータフォーマットは、例えば前記第8図に示す通りであり、データ部としては急行パケットについては1(kbit)、鈍行パケットについては8(kbit)用意される。そして、これらのデータ部に加えて、プリアンプル、デリミタ、通信宛先、発信者等の情報が付加される。このうち第8図における斜視部のみがスループットとして看做される。

しかして、上記通信装置は、第11図に示すように通信パケットを格納するメモリ(パケットバッファ)21、装置全体の動作を制御するアダプタ制御部22、そして、受信制御部23、送信制御部24、バックオフ制御部25によっ

て構成される。

バックオフ制御部25は、例えば第12図に示すようにCPU25aを主体とし、その動作プログラムを格納したROM25b、プログラマブル・インターフェース回路(PIO)25c、25d、プログラマブル・インターラプト・コントローラ(PIC)25e、プログラマブル・タイマ・カウンタ(PTC)25fをバス25gを介して相互に結合して構成される。このバックオフ制御部25は、急行パケットおよび鈍行パケットについてそれぞれ独立にバックオフタイム動作し、バックオフ時にそのカウンタがタイムアウトする都度、前記送信制御部23に対して送信要求を発し、通信パケットの送出を促す。またこのとき、上記バックオフの時間を前回送出したパケットについてのキャリアセンスによるバックオフ回数 n_{ol} および衝突検出によるバックオフ回数 n_{cl} を利用し、現在処理中のパケットに対するバックオフ回数 n_{sp} 、 n_{ep} に従って前述したような処理方式に従って設定している。

また第13図は送信制御部24の概略構成を示すもので、送信制御用マイクロシーケンサ24aにより、その動作が制御される。そして、メモリ21から与えられる並列16ビットデータを入力バッファ24bに入力し、そのデータを上位8ビット、下位8ビットに分けてシフトレジスタ24cを介して直列変換する。この際、CRC-CCITT回路24dにより上記データに対するCRCコードが発生される。そして、これらのデータ、CRCコードは、CDゾーン等のデータメモリ24eからの各種コードと共にマルチプレクサ24fにより選択され、同期用フリップフロップ24gを介して前記フォーマットの packets として送出される。また、これらの一連の packets 送出処理は、CPU インターフェース24h、ポインタテーブル24i、アドレスカウンタ24jによるアダプタ制御部22およびメモリ21のアクセス処理と協働して行われる。

しかして、この送信制御部24は、前記バックオフ制御部25からの送信要求を受け、この

ときキャリアセンスがオフ状態であったときのみ通信 packets の送出を開始する。またこのとき、受信制御部23から衝突検出によるCD信号を受けたとき、直ちに上記通信 packets の送出を中止する。また、この送信制御部24は、受信制御部23からのACK/NAK送信要求を受けて、ACK/NAK packets を送出するようになっている。そして、これらの動作は、アダプタ制御部22との間で、送信に関する情報を交換し乍ら行われる。

また第14図は受信制御部23の構成例を示すものである。この受信制御部23の全体的な動作は、受信制御用マイクロシーケンサ23aによって制御される。伝送路を介して受信される信号は、シフトレジスタ23bに入力され、検出器23cにより開始デミリタ、ACK/NAK検出が行われる。そして、上記シフトレジスタ23bの出力は、16ビットのシフトレジスタ23dに転送され、その上位8ビットからアドレス比較器23eによりアドレス判定される。

この判定結果に従って上記受信データは、バッファレジスタ23fを介してメモリ21に転送される。また前記シフトレジスタ23bの出力を受けて、カウンタ23gはその受信サイズをチェックしており、CRC-CCITT回路23iは比較器23jと協働して、CRCコードに基づく符号誤りをチェックしている。そして、これらの一連の処理は、CPU インターフェース23k、ポインタ・テーブル23l、アドレスカウンタ23mにより、アダプタ制御部22およびメモリ21のアクセス処理と共に行われている。

しかして、このように構成された受信制御部23は、伝送路上における信号の存在の有無からキャリアセンスを行い、また上記伝送路上における packets の衝突の有無を検出している。また、伝送路を介して伝送されるACK/NAK信号を受信・認識し、無応答の場合にはタイムアウトを検出している。また受信 packets の宛先アドレスが自己を示す場合には、上記 packets の受信完了に伴って、直ちに前記送信制御部24

に対してACK/NAKの返送要求を指示するものとなっている。そして、これらの一連の動作を、前記アダプタ制御部22との間で受信に関する情報を交換し乍ら制御している。

第15図乃至第17図はこれらの各部の制御シーケンスを示すもので、第15図は受信制御を、第16図は送信制御を、そして第17図はバックオフ制御を示している。

このように構成された通信装置から packets を送信する場合、アダプタ制御部21の制御によって送信制御部24のポインタテーブル24iに送信指示内容が書き込まれる。送信制御部24はこの送信指示をバックオフ制御部25に伝達する。これを受けてバックオフ制御部25では、常時管理している急行 packets および鈍行 packets に対するバックオフタイマー値を、伝送路状況に応じて設定し、そのタイマーがタイムアウトしたとき、上記 packets の送信指示を確認して送信要求を送信制御部24に対して出力する。このとき、バックオフ制御部25では、上

記タイマーを新しい値に設定し、次のバックオフ処理に備える。タイムアウト時に発生する割込においては、急行パケットのバックオフタイムアウトに、より高い優先順位が与えられている。

これにより、同時にタイムアウトした場合、急行パケットの割込に対しては送信要求が出され、鈍行パケットの割込に対しては新たなバックオフのみが行なわれる。

しかして送信要求を受けた送信制御部24は、先ず受信制御部23からのキャリアセンスの有無を調べ、伝送路が空いていればパケットの送信を開始する。このパケットの送信は、光送信機としてのレーザ素子に対してプリバイアスを指示したのち、CDゾーン信号を送出する。このCDゾーン信号送出時に、受信制御部23にて衝突が検出されないとき、プリアンブル、開始デリミタ、宛先アドレス…の順に、パケットを構成するデータを順に送信する。尚、上記CDゾーン信号送出時に衝突が検出されたとき

には、直ちにそのパケット送出処理を中止する。

このようにして送信制御部24は1パケット分のデータを送出し終えたとき、次にFCSとしてCRCコードを送出し、これに続いて終結デリミタを送出してパケット通信を終了する。この送信終了後、ACKまたはNAKの受信を待ち、受信制御部23からACK信号受信の通知を受けたときに前記ポインタテーブル241を更新する。そして、アダプタ制御部22に対して送信完了の割込みをかける。また上記ACKの代わりにNAK信号を受信したときや、所定の時間無応答の場合には、前記通信パケットに対する再送カウンタを進捗し、次の送信指示までその制御を戻すことになる。

一方、パケットの受信制御は次のようにして行われる。受信制御部23は、先ずCDゾーン信号を受信してキャリアセンス信号を立てる。またこのとき、衝突発生の有無を調べる。そして、衝突検出時には直ちに通信パケットの受信を中止し、伝送路上のキャリアが無くなるまで

待つ。この伝送路上のキャリアが無くなった時点で前記キャリアセンス信号を落として、初期の受信待ち状態に復帰する。他方、上記衝突がない場合には、開始デリミタの受信を待ち、宛先アドレスが自己のアドレスないしは同報アドレスと一致するか調べ、そのいずれかである場合にのみ、受信パケットのデータをメモリ21に取り込む。その後、パケットの受信終了時点でCRCエラーとフレームエラーをチェックし、正しい場合にはポインタテーブル232を更新してアダプタ制御部22に受信完了の割込みをかける。同時にこのとき、送信制御部24に対してACK送信を指示する。

尚、上記データの受信が正しい場合でも、これを取込むバッファがメモリ21内に準備されていなかった場合にはNAK信号の返送を指示し、同通信パケットの再送を要求することになる。また宛先アドレスが違ふ場合や、エラーが多い場合等、ACK/NAKの返送は行わない。その後、受信制御部23は、上記データパケットの受信

後、宛先アドレス、発信アドレスに関係なくACK/NAKの受信を待ち、送信制御部24に対して、ACK、NAK、無応答といずれかを応答結果として通知することになる。そして、インターフレームギャップの終了後、キャリア検出信号を落として、伝送路の空きを示すことになる。

このように、受信制御部23は、他の制御部とは独立に動作して、伝送路の状態を上記他の制御部に伝達する。また何らかの原因によって受信シーケンスが狂った場合や、稼働中のシステムより遅れて電源投入されて受信動作を開始した場合、その受信データが前記フォーマット中のどの部分であるか判別できなくなる場合がある。この場合には、例えば15(μ sec)以上のキャリア非検出や、ACK/NAK信号を手掛りとして同期の確立が図られる。

以上のようにして、パケットの送信および受信が制御されることになる。

このように本方式にあっては、CSMA/CD方式によってパケット通信を制御するに際して、通

信パケットの優先度に応じてそのバックオフを制御するので、異常輻輳状態の発生を招くことがない。しかも、通信パケットの送出前に初期バックオフ時間を設けるので、伝送路に対して複数の通信装置のそれぞれに、その使用機会が均等に与えられる。これ故、キャプチャ効果を起こすことがない。更には前回送出したパケットに関するバックオフの情報を有効に利用してバックオフ制御を行うので、伝送路状況に応じた適切なパケット通信制御を行い得る。この結果、スループットの向上を図り得る等の実用上多大なる効果が奏せられる。

尚、本発明は上記実施例に限定されるものではない。例えば通信パケットの優先度に関する区分を3レベル以上に設定することも可能である。またネットワークはスター型に限られないことも云うまでもない。更には、バックオフ単位時間やその他の定数等は、ネットワークの仕様に依りて定めればよいものである。要するに本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で種々変

形して実施することができる。

4. 図面の簡単な説明

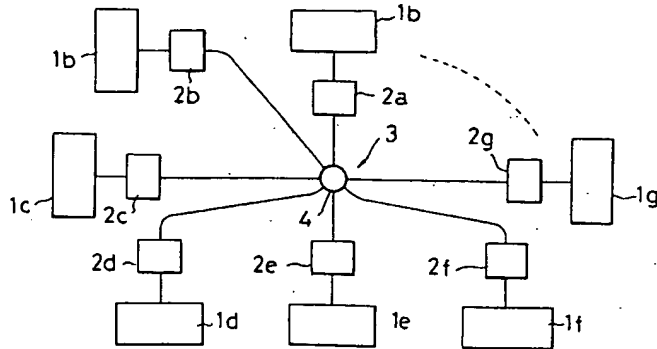
第1図はローカルネットワークの構成例を示す図、第2図は従来の基本的なCSMA/CD方式の制御シーケンスを示す図、第3図乃至第17図は本発明の一実施例方式を示すもので、第3図は通信装置の概念的な構成図、第4図はパケット送出制御シーケンスを示す図、第5図は基本的なバックオフ制御シーケンスを示す図、第6図および第7図はバックオフ範囲の設定条件を示す図、第8図は通信パケットのフォーマット例を示す図、第9図および第10図はそれぞれ制御特性を示す図、第11図は通信装置の概略構成図、第12図はバックオフ制御部の構成図、第13図は送信制御部の構成図、第14図は受信制御部の構成図、第15図は受信制御シーケンスを示す図、第16図は送信制御シーケンスを示す図、第17図はバックオフ制御シーケンスを示す図である。

12, 13...パケット送出バッファ、14...

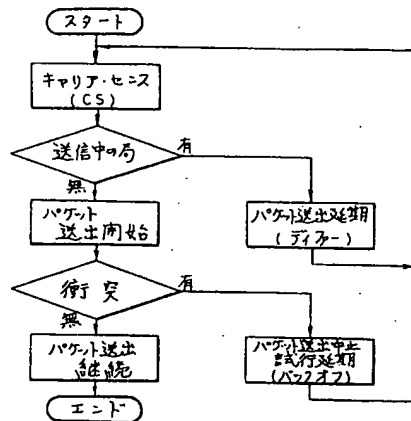
通信制御部、15, 16...バックオフタイマ、
17, 18...バックオフカウンタ、21...メモリ、
22...アダプタ制御部、23...受信制御部、
24...送信制御部、25...バックオフ制御部。

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

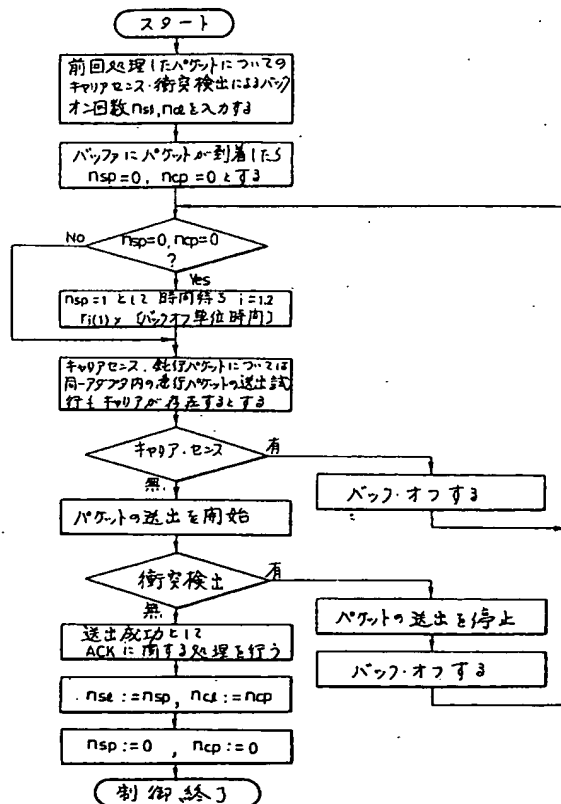
第 1 図



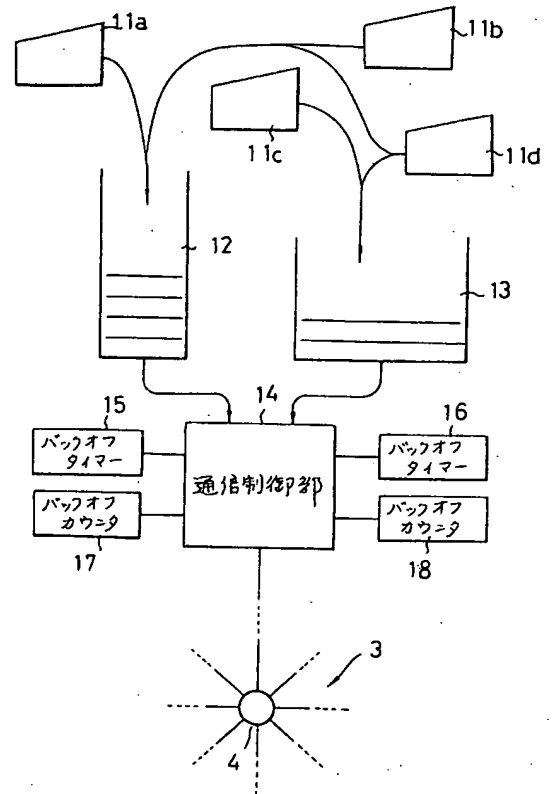
第 2 図



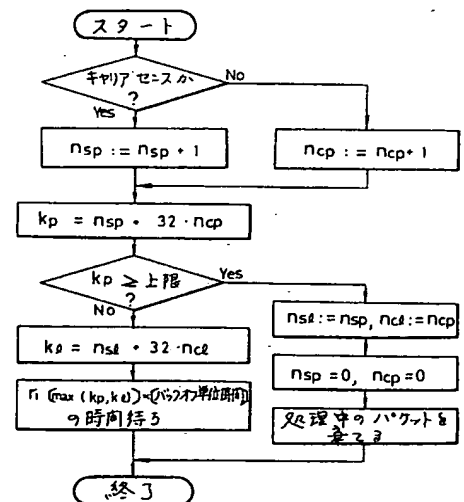
第 4 図



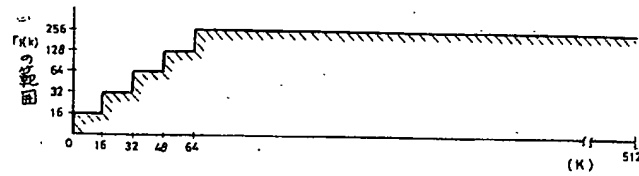
第 3 図



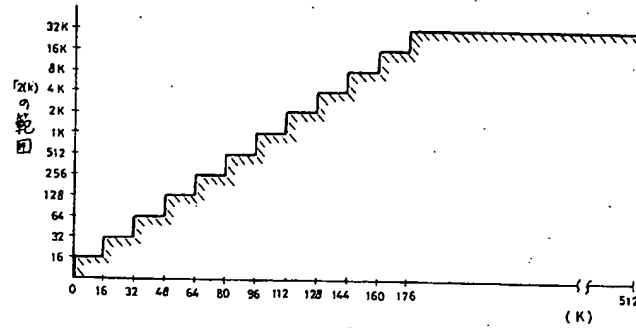
第 5 図



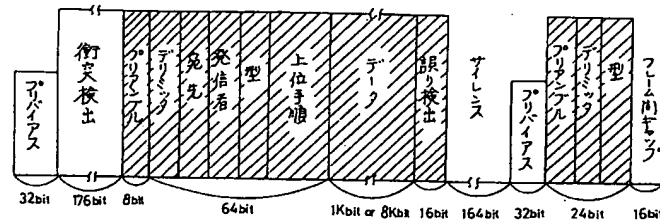
第 6 図



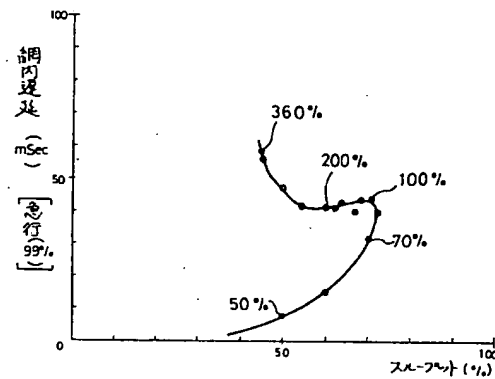
第 7 図



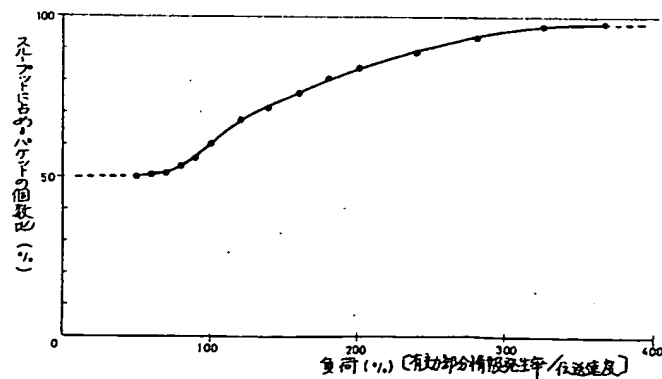
第 8 図



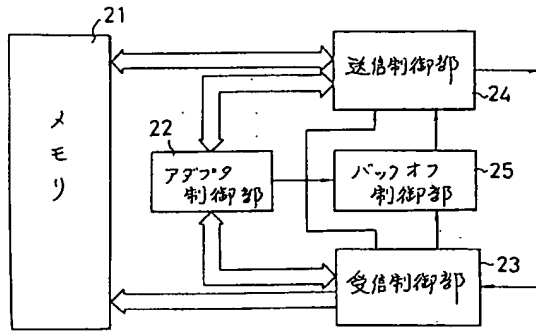
第 9 図



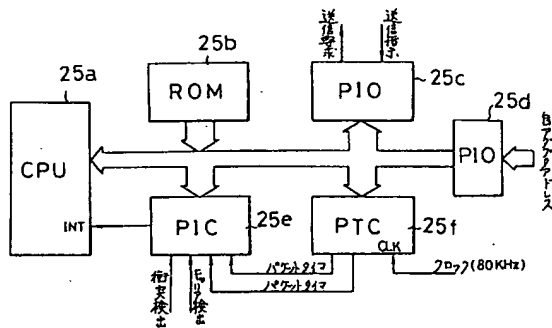
第 10 図



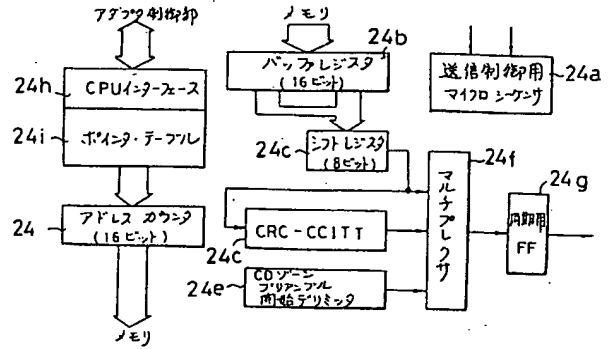
第 11 図



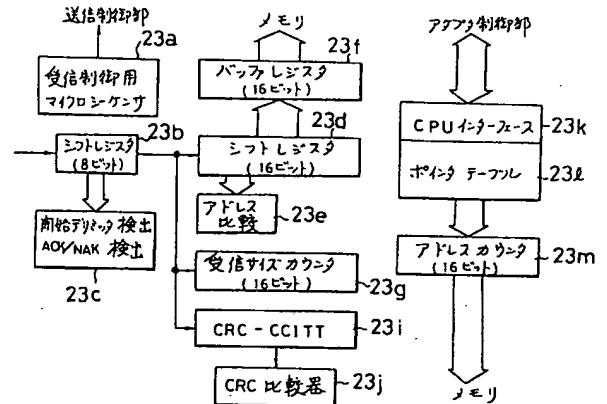
第 12 図



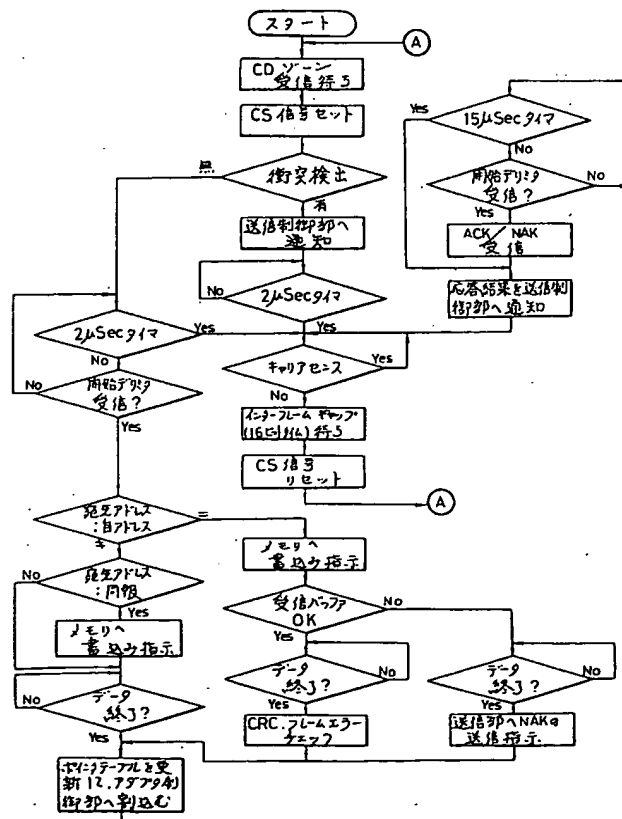
第 13 図

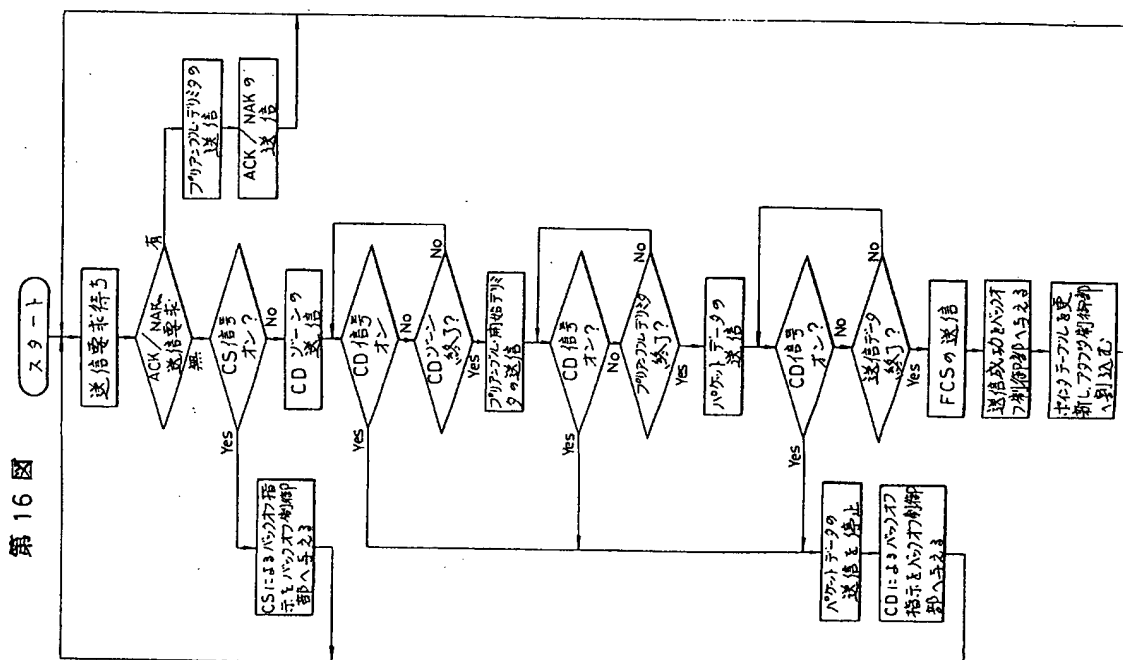


第 14 図



第 15 図





第 17 圖

